根域調整對晚崙西亞甜橙效應之研究

蘇德銓　張茂盛[1]

[1]臺東區農業改良場副研究員

摘　要

本試驗於關山鎮晚崙西亞甜橙園（初鹿系土壤，土壤肥力能限分類為G,片岩老沖積土）進行。

晚崙西亞根域調整區內深施樹皮、蛭石及珍珠砂、僅以小挖土機深挖處理四個月後即可將原先集中於地表下約20公分之根系誘引至距地表30公分以下，一年後即可將根系誘引至距地表50公分以下，並以30－45公分處最多。每年之調整區根系調查中並以施用樹皮處理的根系分布最深，根生長量也最多。晚崙西亞果園樹皮之處理，其土壤有機質含量及陽離子交換能力（C.E.C）之提高都較其餘處理為高。土壤酸鹼值經三年之後各處理間差異已不大。處理三年六個月後所得各處理之果實產量及品質未呈顯著差異，而葉片分析結果，葉片三要素除氮含量在79年9月間分析時僅達2.60－2.61%，較其餘處理皆低。往後各年亦較各非樹皮處理為低，但分析值極為接近。磷、鉀含量則各處理之葉片分析值差異不大。

關鍵詞：晚崙西亞甜橙，土壤改良，根，介質。

前　言

晚崙西亞甜橙為台東縣之園特產，頗適於台東之種植，唯氣候上雨旱季明顯，土壤不夠深厚及公共灌溉設施不足等，對於其產業發展頗多不利，本場曾在晚崙西亞甜橙果園中實施各種深層施肥方式[10]，期望誘導果樹根係往下紮根，以克服上述障礙。惜因土質狀況過硬，農友普遍無此勞力，推廣效果不甚理想[4]。

於今之計，若能配合改良土壤之觀念及利用小型挖土機操作，將大量不易迅速分解之有機質及作物所需養分施於果樹樹冠下之一定範圍內，則必然使該範圍內因其理化條件較其他之部份土壤優良而導致根域往此處集中[7]，達成根域集中於吾人期望之範圍。此舉不僅將使灌溉上節省水源[9]，施肥效率或將相對提高，即使土壤酸性之改良也會較省本且易於達成，對於常缺水，肥料易流失及大部分都需實施酸性之本區坡地土壤而言，極具實質效益。為供日後改良推廣之依據，故進行本研究。

材料與方法

本試驗即以此一根域調整觀念[6]，於關山晚崙西亞甜橙果園各設一處試驗區，觀察根域調整後在肥培管理上之改善程度、根部生長及果樹結實之情形。

(一)供試植株：29年生（東河觀察區）及10年生（關山試驗區）晚崙西亞橙果園。關山試驗區為初鹿系土壤[3]，位於關山圖之麥氏座標083459[2]土壤能限分類為G[5]。

(二)根域調整處理：每株樹冠下於冬季以小挖土機挖掘長寬深約120公分×50公分×60公分之

洞穴，將露出之根係修剪後，每穴放入樹皮粉碎有機質約200公升，放入時與土壤充分混合，此一操作以人力在旁輔助。試區在78年10月28日處理。

㈢試驗設計：採逢機完全區集設計，每園每處理4株每處理3重覆，計下列六處理。

⑴以有機質樹皮堆肥每株使用200公升爲介質，行根域調整處理，肥培量按葉片營養診斷推荐。

⑵同⑴之根域調整處理，肥培量按⑴減半。

⑶以無機蛭石及珍珠砂2:1(v:v)每株共使用200公升行根域調整處理，肥培量同⑴，按葉片營養診斷推荐。

⑷同⑶之根域調整處理，肥培量按⑶減半。

⑸不施任何介質，但在想要調整根域之範圍内以挖土機鬆土及斷根，做爲不同介質效果之對照處理。

⑹不施任何介質，亦不鬆動土壤，視爲所有處理之對照。

㈣調查項目：於8－9月間採晚崙西亞甜橙葉片及土壤，比較各項處理之樹體營養狀況，並記錄根系分佈情形[14]，記錄果實產量與品質等。

結果與討論

關山鎭加樂地區之晚崙西亞甜橙於78年10月底經不同根域調查處理後，不論調整區内是混施有機質樹皮介質，或混施無機質蛭石及珍珠砂，或僅只以小挖土機行深挖及深層施肥處理，至79年5月間，都可將原先集中於距地表下20－40公分之根系誘引至更深處，並以施用有機質的樹皮處理根系分布最深，其根系分布在距地表下28－34公分間爲最多，其次爲混施蛭石與珍珠砂，以及深挖處理，其根系分布以距地表下24－30公分間爲最多(圖1)。

進行此根系分布調查時，因發現新根在處理後形成尚少，爲免傷及根系，在五月間僅以鋤頭人力挖掘，儘量以最小的區域進行觀察。處理間比較時爲免所挖掘處其根系之密度不一將造成比較上之困難。因此，主要是以同一處理所觀察的根系在不同深度之分布之百分比爲準，而不以實際所測得之根系長度作比較。

由於根系生長擴張之條件中包括有水、養分與空氣，而各種根系調整的處理中，因肥料同時與深層土壤在調整區内充分混合，且達到土壤鬆動的目的，理論上較適於涵養水分、養分等，且通氧性較佳。而混施樹皮有機質介質處理中也同時使有機質達到深層施肥的目的，對土壤深層的養分、水分、空氣保涵能力自然更佳，此可說明爲何施用樹皮處理根系發育最深之原因。至於蛭石及珍珠砂亦在通氣、保水、涵養養分等具有相當效果，唯非屬有機質介質，因此若考慮土壤深層處之生態環境，或許是較樹皮處理遜色之原因。而僅以挖土機深挖，不施任何土壤改良介質者，則只有使土壤膨鬆及深層施肥之功效，效果又較蛭石及珍珠砂處理者稍差。

根據79年在台東盛產柑橘之關山、東河、成功等地之實地挖掘觀察。柑橘之根系都集中在距地表下20公分處，30公分以下者極爲稀少。純以根系之正常生長考慮，上述三種方法都能使根系往地表下較深處發展，或值得按這些方法繼續研究修正，設法克服成本及技術上的難題，以達到田間實用階段。

在79年2月間之土壤採樣結果(表1)，調整區内混施樹皮之處理，其土壤有機質(6%

以上）及土壤陽離子交換容量（CEC，約20）較其餘各處理之有機質（1.4－1.9%）及CEC（約4－5）顯著提升。而其土壤中之磷酐（超過900公斤／公頃）、氧化鉀（超過1000公斤／公頃）、氧化鈣（超過10000公斤／公頃）、氧化鎂（超過700公斤／公頃）等在此一有灌溉設施之河床沙質石礫地上也較其餘處理如磷酐580－730公斤／公頃）、氧化鉀（300－385公斤／公頃）、氧化鈣（3000－3890公斤／公頃）氧化鎂（176－321公斤／公頃）等含量為高。

而土壤酸鹼值則樹皮處理皆較其餘各處理為低，該園在處理前土壤即已調整在pH 5.8－6.2間，而各項處理至2月間之pH變化亦都在此一範圍內，只有樹皮處理施用推荐全量肥及半量肥處理皆各降至pH 5.0及5.8。此與樹皮為有機質，且能繼續緩慢分解，產生某些酸性物質等或有關係，但經79年9月（表2），80年9月（表3），81年9月（表4）之土壤分析顯示，各處理土壤酸鹼度之差異漸小而趨於接近6.5左右。但在實際運用樹皮介質上，剛施用之一年內此點頗應注意。

在79年9月間之土壤採樣結果（表2），調整區內混施樹皮之處理，其土壤有機質（約4.5 －5.3%）及土壤陽離子交換容量（CEC，約15.5－16.3）比其餘各處理之有機質（1.5－1.9%）及CEC （約6.6－7.5）仍然較高。在80年9月間之土壤採樣結果（表3），調整區內

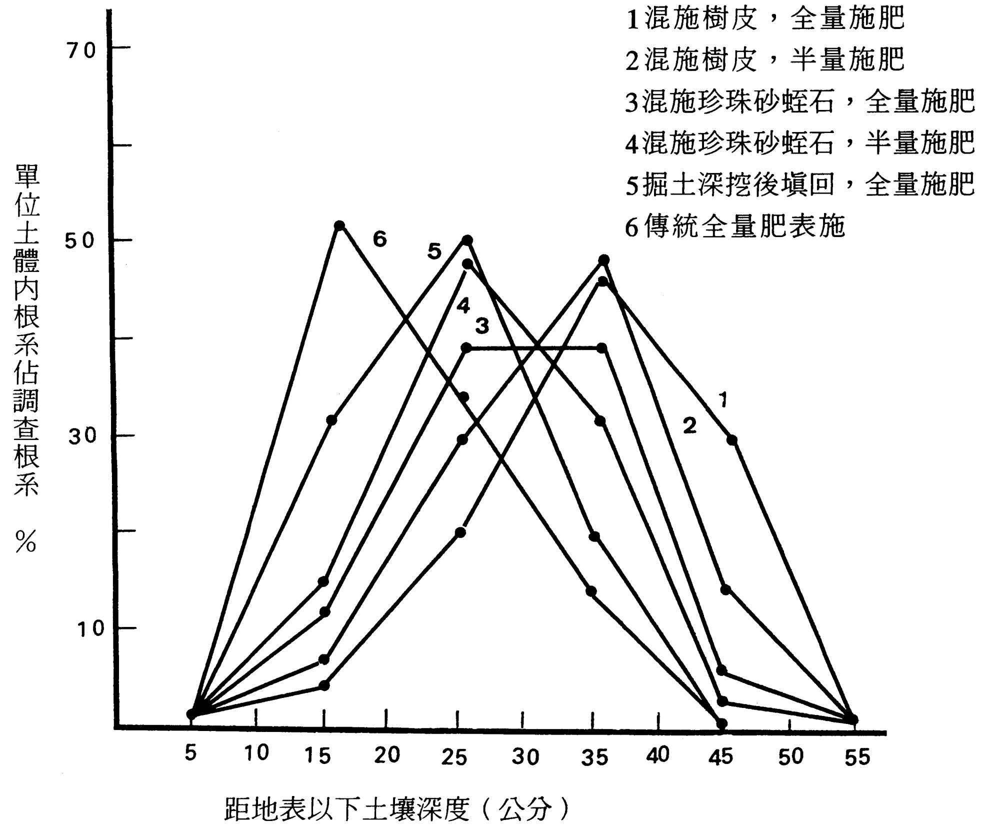

圖1.關山加樂晚崙西亞甜橙經不同根域處理一年後根系在不同地表深度之分佈

混施樹皮之處理，其土壤有機質（4.2－5.1%）及土壤陽離子交換容量（CEC，14.6－15.6）比其餘各處理之有機質（2.5 －2.8%）及CEC（8.5－10.0）雖高，但以較79年9月之分析值爲低。81年9月間之土壤採樣結果（ 表四），調整區內混施樹皮之處理，其土壤有機質（2.6－2.9%）及土壤陽離子交換容量（CEC，7.2 － 7.4）比其餘各處理之有機質（1.6－1.9%）及CEC（5.9－6.1）雖高，但已較79年、80年之分析值爲低。由此似可得知，若利用樹皮有機質行根域處理，則同一果園每三年應在原處理之另外相對位置從新行根域處理，並建議同時與有機樹皮混合施用三年份量之磷肥。

表1.晚崙西亞甜橙經不同根域處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M. (%)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O	CaO	MgO	CEC
(1)	混施樹皮，全量施肥	5.0	6.0	981.9	1793	17972	722.9	18.4
(2)	混施樹皮，半量施肥	5.7	6.4	976.0	1132	12300	800.5	21.4
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	5.8	1.7	676.6	342	3685	262.0	5.4
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.0	1.9	731.5	385	3890	176.7	4.6
(5)	掘土深挖後填回， 全量施肥	6.2	1.5	586.6	354	3755	236.1	4.3
(6)	傳統全量肥表施	6.4	1.4	577.9	303	3008	323.3	5.3

＊於78年10月28日處理，79年2月20日採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

表2.晚崙西亞甜橙經不同根域處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M. (%)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O	CaO	MgO	CEC
(1)	混施樹皮，全量施肥	6.3	5.3	949.9	255.5	14283	310.0	15.5
(2)	混施樹皮，半量施肥	6.2	4.5	949.1	273.5	13362	356.5	16.6
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	6.6	1.5	948.6	234.6	9541	194.5	7.0
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.5	1.7	959.0	308.5	8707	177.4	7.4
(5)	掘土深挖後填回， 全量施肥	6.7	1.7	957.0	214.5	12549	165.6	6.6
(6)	傳統全量肥表施	5.9	1.9	846.3	186.4	3954	240.5	7.5

＊於78年10月28日處理，79年9月18日月採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

表3. 晚崙西亞甜橙經不同根域處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M. (%)	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	CEC
				(kg/ha)				
(1)	混施樹皮，全量施肥	6.5	4.2	631.5	281.2	18980	188.4	14.6
(2)	混施樹皮，半量施肥	6.1	5.1	700.9	286.8	16872	289.7	15.6
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	6.2	2.8	808.7	318.1	16938	148.6	9.1
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.6	2.8	1003.4	333.4	18514	169.2	9.7
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	6.7	2.5	573.7	328.6	21698	103.0	8.5
(6)	傳統全量肥表施	6.4	2.5	755.7	282.8	12428	101.2	10.0

*於78年10月28日處理，80年9月20日月採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

表4. 晚崙西亞甜橙根域經不同處理後之土壤分析結果

處理代號	根域處理方式	pH	O.M. (%)	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	CEC
				(kg/ha)				
(1)	混施樹皮，全量施肥	6.6	2.6	593.3	233.7	7055	306.0	7.4
(2)	混施樹皮，半量施肥	6.7	2.9	329.0	305.3	7529	482.4	7.2
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	6.6	2.0	598.6	439.8	4297	229.7	6.1
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	6.7	1.6	187.0	204.0	4220	393.3	5.9
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	6.7	1.8	270.0	261.0	6788	507.8	6.1
(6)	傳統全量肥表施	6.4	1.9	273.8	230.5	4939	259.0	5.9

*於78年10月28日處理，81年9月8日月採樣。因試驗地原爲河川石礫地，土壤採樣取地表至其下30公分，不分表底土。

於79年3月中旬採果後，調查各處理間每株之平均產量、各處理間之果實品質（表5），包括單果粒重、果高、果寬、果實周徑（青果社分級包裝常用爲設定標準之單位）果皮厚度、果汁率、糖度、酸度、糖酸比等未見有顯著差異，此可能是因處理與採收間僅距離4個半月，尚無法使差異表現出來。但經80年3月（表6），81年3月（表7），82年3月（表8），之調查結果，各處理間之產量、果實品質亦未見差異，根據田間之觀察，該果園在80年時已漸爲感染柑橘黃龍病而困擾，本試驗區植株亦有因此而枯死者。由於各處理之根系生長有顯著之不同（圖1、及圖2），較合理之推測或爲柑橘地上部對黃龍病較地下部敏感，因此各處理在地上部之表現受此一更大因子之限制以致無法表現出處理差異。至於根域處理區皆在每株果樹之朝東方向處，但其果實品質也與長在其餘方向之果實品質無甚差異（表9），由於不同方向果實之調查較爲繁複，往後不再作此項方向差異之調查。

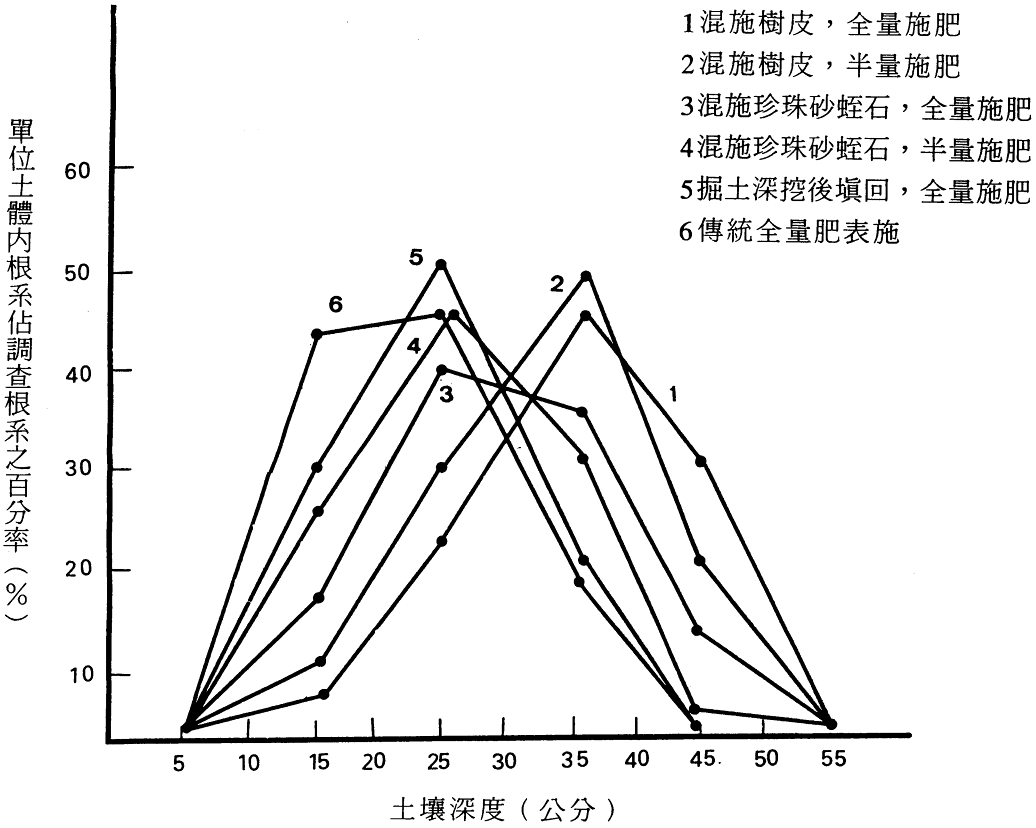

圖2. 關山加樂晚崙西亞甜橙經不同根域處理後根系在不同地表深度之分佈
（調查日期：民國81年10月）

表5. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	果重 (g)	果高 (mm)	果寬 (mm)	周徑 (cm)	皮厚 (mm)	果汁率 (%)	糖度 (^{0}Brix)	酸度 (%)	糖酸比	產量 (kg/tree)
(1)	混施樹皮，全量施肥	158.4	64.6	66.2	20.8	3.17	59.7	11.8	0.87	14.1	95.6
(2)	混施樹皮，半量施肥	159.1	64.6	66.2	20.8	3.25	58.7	11.8	0.90	13.1	101.3
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	167.3	65.5	67.2	21.1	3.58	53.6	11.6	0.76	15.2	98.7
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	163.3	65.9	67.3	21.1	3.29	53.6	10.8	0.87	12.5	100.1
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	160.7	64.5	65.4	20.9	3.27	61.4	11.1	0.85	13.2	107.1
(6)	傳統全量肥表施	152.8	64.9	65.4	20.5	3.29	61.3	11.1	0.87	13.0	104.4

* 78年10月下旬處理，79年3月14日採收之調查 皆未達顯著差異。
* 產量以每試驗株全採計算，品質依每株逢機採果八粒計算。

表6. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	果重 (g)	果高 (mm)	果寬 (mm)	皮厚 (mm)	果汁率 (%)	糖度 (^{0}Brix)	酸度 (%)	糖酸比	產量 (kg/tree)
(1)	混施樹皮，全量施肥	179.0	68.0	66.2	3.4	58.0	10.5	1.0	10.5	59.8
(2)	混施樹皮，半量施肥	175.7	67.4	66.2	3.0	58.4	10.7	1.1	10.3	57.9
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	164.6	66.0	67.5	3.6	58.0	10.9	1.1	10.5	57.6
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	153.4	64.3	67.3	3.4	59.0	10.9	1.0	10.9	56.2
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	158.6	64.1	66.4	3.4	58.5	11.0	1.1	10.3	57.3
(6)	傳統全量肥表施	158.8	64.4	65.8	3.6	55.2	11.1	1.1	10.7	56.1

* 78年10月28日處理，80年2月27日採收之調查皆未達顯著差異。
* 產量以每試驗株全採計算，品質依每株逢機採果八粒計算。

表7. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	產量 (kg/株)	產量 (粒/株)	果汁率 (%)	果重 (公克)	果長 (公分)	果寬 (公分)	皮厚 (公厘)	糖度 (^{0}Brix)	酸度 (%)	糖酸比
(1)	混施樹皮，全量施肥	43.32	279.1	58.4	151.9	6.43	6.46	3.55	10.35	1.00	10.69
(2)	混施樹皮，半量施肥	39.65	257.3	56.1	152.6	6.52	6.53	3.55	9.88	0.92	11.07
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	42.25	268.5	58.1	155.9	6.59	6.57	3.67	9.74	0.99	10.71
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	43.48	285.3	57.3	152.1	6.42	6.51	3.68	10.10	0.99	10.64
(5)	掘土深挖後填回，全量施肥	35.90	246.8	57.1	145.9	6.29	6.40	3.31	10.27	1.01	10.72
(6)	傳統全量肥表施	41.73	290.3	56.8	144.8	6.51	6.50	3.48	10.07	0.99	10.48
LSD 5%						0.26		0.34			

* 78年10月28日處理，81年2月25日採收之調查。
* 產量因配合該園辦理觀光果園，故以每試驗株全株估算粒數，每株再隨機取10粒之平均作爲該株單果粒重而估出 產量。品質依每株逢機採果八粒計算。

表8. 晚崙西亞甜橙經不同根域調整處理後對果實產量及品質之影響

處理代號	根域處理方式	產量 (kg/株)	產量 (粒/株)	果汁率 (%)	果重 (公克)	果長 (公分)	果寬 (公分)	皮厚 (公厘)	皮重 (公克)	糖度 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比
(1)	混施樹皮，全量施肥	34.91	213.5	57.3	163.5	6.56	6.64	3.95	61.8	10.46	1.85	5.65
(2)	混施樹皮，半量施肥	37.00	225.9	61.1	163.8	6.70	7.72	4.68	66.6	10.46	1.81	5.78
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	33.62	214.0	57.0	157.1	6.53	6.57	4.55	61.2	10.38	1.99	5.21
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	34.43	231.7	61.7	148.6	6.44	6.52	3.95	54.7	10.72	1.80	5.96
(5)	掘土深挖後塡回，全量施肥	36.47	235.0	60.1	155.2	6.42	6.53	4.50	55.4	10.91	1.83	5.96
(6)	傳統全量肥表施	39.32	235.0	58.3	167.3	7.21	6.74	4.05	58.2	11.04	1.70	6.49

* 78年10月下旬處理，82年3月1日採收之調查 皆未達顯著差異。
* 產量因配合該園辦理觀光果園，故以每試驗株全株估算粒數，每株再隨機取10粒之平均作爲該株單果粒重而估出 產量。品質依每株逢機採果八粒計算。

表9. 晚崙西亞甜橙根域調整處理後對不同方位果實品質之影響

果實在植株上之方位	果重 (g)	果高 (mm)	果寬 (mm)	周徑 (cm)	皮厚 (mm)	果汁率 (%)	糖度 °Brix	酸度 (%)	糖酸比
東方	152.4	64.4	65.1	20.5	3.24	59.5	11.5	0.85	13.6
南方	162.4	64.2	66.6	20.9	3.35	59.4	11.4	0.82	14.0
西方	166.0	66.6	68.2	21.3	3.36	60.8	11.2	0.86	13.2
北方	160.4	65.6	66.2	20.8	3.27	60.4	11.4	0.81	13.4

* 東方爲植株根域調整所在位置
* 78年10月下旬處理，79年3月14日採收之調查，皆未達顯著差異。
* 品質依每株每方位逢機採果二粒計算。

表10. 晚崙西亞甜橙植株根域經不同處理後之葉片分析結果葉片採樣日期79年9月18日

處理代號	根域處理方式	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
(1)	混施樹皮，全量施肥	2.60	0.12	1.35	1.71	0.23	73.6	41.0	8.20	12.3	35.1
(2)	混施樹皮，半量施肥	2.61	0.13	1.43	1.57	0.23	71.8	32.1	7.52	12.4	36.6
(3)	混施珍珠砂蛭石，全量施肥	2.70	0.14	1.43	1.77	0.22	81.1	42.0	8.13	13.3	34.7
(4)	混施珍珠砂蛭石，半量施肥	2.67	0.12	1.36	1.90	0.22	84.1	43.4	8.13	13.5	36.9
(5)	掘土深挖後塡回，全量施肥	2.66	0.12	1.33	1.71	0.21	80.8	47.0	7.76	13.6	35.1
(6)	傳統全量肥表施	2.82	0.12	1.44	1.91	0.19	84.4	56.6	8.47	13.5	35.3

葉片採樣日期：79年9月18日

葉片氮含量在79年9月間分析時，除傳統全量肥表施在適中範圍2.70 － 3.10%[4] 以内，其餘處理所得之分析值皆低於適中範圍。其中施用樹皮之兩處理葉片分析值爲2.60及2.61% %，較其餘處理皆低（表10）。此可能是樹皮有機質在緩慢分解過程中仍會與果樹之根部競爭氮肥所致。至於葉片内之其餘要素不論任何處理，除鈣皆較標準範圍稍低外，磷、鉀、鎂、鐵、錳、銅、鋅、硼等則都在適中範圍内。

至於葉片内之氮含量經二至三年後都有漸提升之現象，但不論任何處理，其氮、磷、鉀、鎂、鐵、錳、銅、鋅、硼等含量都尚在適中範圍内，各處理間差異也不大（表11、表12）。

表11. 晚崙西亞甜橙植株根域經不同處理後之葉片分析結果

根域處理方式	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					ppm				
混施樹皮，全量施肥	2.79	0.14	1.34	4.74	0.23	57.3	29.1	10.4	21.4	17.8
混施樹皮，半量施肥	2.68	0.12	1.36	4.81	0.22	63.7	26.9	11.8	23.8	17.8
混施珍珠砂蛭石，全量施肥	2.86	0.12	1.39	4.57	0.21	62.5	36.9	11.4	23.8	15.8
混施珍珠砂蛭石，半量施肥	2.71	0.14	1.49	4.39	0.24	60.5	28.2	11.5	22.8	20.8
掘土深挖後填回，全量施肥	2.73	0.13	1.43	4.34	0.23	54.4	30.0	15.0	23.9	18.5
傳統全量肥表施	2.83	0.14	1.34	4.38	0.24	54.1	37.5	10.2	21.6	21.2

＊分析日期80年9月20日

表12. 晚崙西亞甜橙植株根域經不同處理後之葉片分析結果

根域處理方式	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					ppm				
混施樹皮，全量施肥	2.93	0.15	1.48	3.90	0.44	94	42.6	20.8	24.8	12.6
混施樹皮，半量施肥	3.02	0.16	1.46	4.15	0.47	73	30.9	12.9	33.9	33.7
混施珍珠砂蛭石，全量施肥	3.01	0.16	1.55	3.88	0.42	73	27.9	10.8	13.7	22.1
混施珍珠砂蛭石，半量施肥	2.77	0.14	1.45	4.64	0.48	61	48.0	10.6	20.8	31.6
掘土深挖後填回，全量施肥	2.93	0.15	1.44	4.01	0.46	66	31.8	10.7	17.0	30.0
傳統全量肥表施	2.93	0.16	1.55	5.38	0.47	97	41.9	12.3	28.0	33.2

＊分析日期81年9月8日

晚崙西亞甜橙經不同根域調查處理後，不論調整區內是混施有機質樹皮介質，或混施無機質蛭石及珍珠砂，或僅只以小挖土機行深挖及深層施肥處理四個月後即可將原先集中於地表下約20公分之根系誘引至距地表30公分以下，一年後即可將根系誘引至距地表50公分以下，並以30－45公分處所佔比例最高最多（圖1），並以混施樹皮之處理在距地表下約30－40公分處密度最高，混施珍珠砂蛭石次之，約在地表下30公分處。僅掘土深挖後填回之根泰半在地表下25公分處，都較未處理之傳統表施約在地表下20公分處來得深些。三年後（八十二年）在調整區之根系調查結果（圖2）與八十一年結果即近似，仍以施用樹皮處理的根系分布最深，根生長量似乎也最多，挖掘過程中並常發現有蚯蚓於其中。

Eavis與Payne[8]，Natsvliwshvilli[11]及Russel[13]皆指出根系生長擴張之條件中包括有水、養分與空氣，而各種根域調整的處理中，因肥料同時施與深層土壤在調整區內充分混合，且達到土壤鬆動的目的，理論上較適於涵養水分、養分等，且通氧性較佳。而混施樹皮有機質介質處理中也同時使有機質達到深層施肥的目的，對土壤深層的養分、水分、空氣保涵能力自然更佳，此或可說明爲何施用根域處理尤其是樹皮處理其根系生長較深之原因[12]。

至於蛭石及珍珠砂亦在通氣、保水、涵養養分等具有相當效果，唯因不屬有機性介質，因此若考慮土壤深層處微生物之生態環境，自然較樹皮處理要遜色，此點也可以由樹皮處理區每每會發現蚯蚓而得到部份之証據與啓示。僅以挖土機深挖，不施任何土壤改良介質者，則只有使土壤膨鬆及深層施肥之功效，自然效果又較蛭石及珍珠砂處理者稍差。不過，根據目前台東盛產柑橘之關山、東河、成功等地之實地挖掘觀察。柑橘之根系都集中在距地表下20公分處，30公分以下者極爲稀少。純以根系之正常生長考慮，上述三種方法都能使根系往地表下較深處發展，或值得按這些方法繼續研究修正，設法克服成本及技術上的難題，以達到田間實用階段。

綜合各種根域調整處理在果園所表現之結果，各種根域調整處理皆使根系分布較深。對原爲河床地之晚崙夏橙果園並以其中混施樹皮有機介質處理最能增進土壤有機質及土壤養分緩衝能力，其初期造成土壤酸化及氮肥施用量不足等現象需於施用後一至二年內予以注意。就果實而言，單果粒重等品質及產量之提高仍未不明顯。就晚崙西亞果園各處理間之果實產量及品質未呈顯著差異，尤以肥料用量減半之處理亦於三年之觀察中對晚崙西亞甜橙產量、品質等影響未呈顯著差異而言，因試驗期間之產量每年已有明顯之降低且田間部份供試植株有毒素病死亡之例，推測可能係植株受病毒之干擾所造成，若果然如此，或可再推測毒素並對地上部之影響較地下部爲烈。唯原因尚待繼續觀察與病理建議。

結　論

(1)晚崙西亞根域調整區內深施樹皮、蛭石及珍珠砂、或僅以小挖土機深挖處理四個月後即可將原先集中於地表下約20公分之根系誘引至距地表30公分以下，一年後即可將根系誘引至距地表50公分以下，並以30－45公分處最多。

(2)每年之調整區根系調查中並以施用樹皮處理的根系分布最深，根生長量也最多。樹皮處理區域蚯蚓之活動明顯增加。

(3)晚崙西亞果園各根域調整區內，以樹皮有機介質最能增進土壤有機質及土壤養分緩衝能力。其作用約可達三年。

(4)晚崙西亞果園各處理之果實產量及品質未呈顯著差異，推測可能係植株已因病毒之干擾所造

成。

(5)晚崙西亞果園根域調整後，肥料用量減半施用之可行性尚待探討。

誌　謝

本計畫承行政院農委會補助經費，計畫編號79－ARDP－7.1－F－27(1)，80－ARDP－7.1－F－65 (1A)，81－ARDP－12.2－F－33(5)及82－T－2.4－F－33(1)。

參考文獻

1. 台灣省農業試驗所。1981。作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所第13號特刊。pp－198頁。
2. 林務局農林航空測量所。1989。台灣地區像片基本圖出版通報。105－116頁。
3. 陳春泉。1979。台東縣土壤調查報告。台灣省農業試驗所第6號報告。1－115頁。台灣省農業試驗所編印。
4. 張茂盛。1987。台東地區果樹營養狀況對果實品質之影響調查研究。台東場研究彙報1:51－63。
5. 謝兆申、王明果。1991。台灣地區主要土類圖輯。243－244頁。國立中興大學土壤調查研究 中心編印。台灣。台中。
6. 蘇德銓。1986。葡萄之根系。中國園藝32(1):1－17。
7. Drew, M. C. and L. R. Saker. 1975. Nutrient supply and the growth of the seminal root system in barley. II.Localized, compensatory increases in lateral root growth and rates of nitrate uptake when nitrate supply is restricted to only part of the root system. Exp. Bot. 26:79－90.
8. Eavis, B. W. and D. Payne. 1969. Soil physical conditions and root growth. pp.315－338. In: W. J. Whittington (ed.), Root Growth. Butterworths, London.
9. Goldberg, S. D.,M. Rinot and N. Karu. 1971. Effect of trickle irrigation intervals on distribution and utilization of soil moisture in a vineyard. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 127－130.
10. Kazaryan, V. O.,A. S. Melkonyan and V.A. Devtyan. 1971.The after－effect of deep cultivation on some physiological indicies and on yields of grapevines (in Russian). Biologicheskil Zhurnal Armenii 24:3－12. (In:Hort.Abstr.43:5842,1973)
11. Natsvliwshvilli, V. I.1973. How best to cultivate the soil (in Russian). Saovodstro 1:28. (In: Hort. Abstr. 43:6738, 1973)
12. Reynolds, E. R. C. 1975. Tree rootlets and their distribution. pp.163－177. In: J. G. Torrey and D. T. Clarksons (eds.). The Development and Function of Roots. Academ－ic Press, New York.
13. Russel, R. S. 1977. Plant Root Systems: Their Functional Interaction with the Soils, McGrow－Hill, London.
14. Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. Ecol. 63:995－1001.

Studies on the Effect of Modifying Root Region for Valencia Orange

Te-Chuan Su and Mou-Shen Chang[1]

[1]Associate horticulturist and soil scientist, Tai-Tung DAIS

Summary

The effect of modifying root region for valencia in Kuan-San plot (soil condition as Chulu series, FCC:G, Schist Old Alluvial Soils) by mixing bark compost, or vermiculite and perlite with soil, or just digging but mixing none in 120x50x60cm volume under tree canopy might induce root system depth as from 20 cm to 30 cm under the ground surface after 4 months and to 50 cm (concentrated from 30 to 45cm) after 1 year.

The most satisfied one was mixing bark compost treatment which caused the most and deepest root system and with the highest CEC and organic matter content in 3 years' investigation. Though the soil of the mixing bark compost treatment with the lowest soil pH just at the first year and the lowest leaf N content by leaf diagnosis among treatments was identified, there were no significant different from Leaf P and K content, fruit yield and quality of valencia fruits in all treatments during the 3 years.

Key words: Valencia orange, Soil reclamation, Root, Media